

BOLETIN DEL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFIA

Sobre la sustitución alternativa
en el litoral gallego de los llamados peces
emigrantes (sardina, espadín,
anchoa y jurel)

POR

Emilio Anadón



MINISTERIO DE MARINA

MADRID

NUMEROS PUBLICADOS

- 1.—Olegario RODRÍGUEZ MARTÍN y Ramón FERNÁNDEZ CREHUET: «Apuntes para el estudio bionómico de la bahía de Santander».
- 2.—Miguel MASSUTÍ: «Estudio del plancton del puerto de Mahón en el curso de un año (1946)».
- 3.—Miguel MASSUTÍ y Miguel OLIVER: «Estudio de la biometría y biología de la sardina de Mahón (Baleares), especialmente de su alimentación».
- 4.—Buenaventura ANDREU: «Algunos datos sobre la fecundidad de la sardina».
- 5.—Emma BARDÁN DE BELLÓN y Francisco DE P. NAVARRO: «La talla de la sardina en relación con el arte de pesca y con el sexo. Observaciones en Málaga (1940-1947)».
- 6.—Fernando LOZANO: «Notas sobre la biología y biometría de la parrocha o sardina joven de Vigo (*Sardina pilchardus*)».
- 7.—José M.^a NAVAZ: «Nueva contribución al estudio de la anchoa de la costa vasca».
- 8.—Antonio ARÉVALO: «Estudio de la variación en la composición química del jurel, *Trachurus trachurus* (L.)».
- 9.—Fernando LOZANO: «Relación de una campaña de pesca de arrastre en pareja en la costa del Sáhara Español, y noticia sobre los otros tipos de pescas allí practicados».
- 10.—Francisco DE P. NAVARRO: «Los Clupeidos y la Anchoa de las costas españolas en el invierno 1947-1948. Observaciones biométricas y biológicas de los Laboratorios Oceanográficos».
- 11.—José M.^a NAVAZ: «Estudio de la Ría de Pasajes en relación con su producción de moluscos comestibles (Con una carta bionómica)».
- 12.—Antonio FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «Iniciación al estudio de la variación estacional del valor alimenticio de la sardina (*Sardina pilchardus* Waib.)».
- 13.—M.^a Jesús DEL VAL y M.^a Dolores GARCÍA PINEDA: «Ensayos de algas marinas industriales».
- 14.—Francisco POGGIO y María MARTÍN RETORTILLO: «Espectro de absorción de los aceites de oliva en la zona ultravioleta».
- 15.—Miguel OLIVER: «Contribución al estudio de la biometría y biología de la faneca, *Gadus luscus* (L.)».

(Sigue en tercera página de la cubierta.)

SOBRE LA SUSTITUCION ALTERNATIVA EN EL LITORAL GALLEGO DE LOS LLAMADOS PECES EMIGRANTES (SARDINA, ESPADIN, ANCHOA Y JUREL)

por EMILIO ANADON

INTRODUCCION

Estudiamos en el presente trabajo la abundancia en las *pescas* de las cuatro especies de peces llamados emigrantes: sardina (*Sardina pilchardus* Walb.), espadín (*Clupea sprattus* L.), jurel (*Trachurus trachurus* L.) y anchoa o boquerón (*Engraulis encrasicolus* L.) en el transcurso de los años.

Utilizamos para ello los datos publicados por F. de Buen (1, 2, 3) y J. M. Navaz (6) y los facilitados por la lonja del Berbés, de Vigo, hasta 1948 para completar los anteriores. Con ellos tenemos datos de treinta y cinco años no consecutivos de sardina y espadín (1907-14, 1922-48), y veintisiete de jurel y anchoa (1922-48). Estos datos, resumidos, se exponen en el cuadro I.

Con ellos nos propusimos analizar las variaciones numéricas relativas entre estas especies, tratando de hallar leyes matemáticas que las relacionen. Los métodos que hemos seguido son los usuales de la Estadística matemática, a fin de calcular el tipo de correlación entre la cantidad pescada de las distintas especies en los años sucesivos. Para simplificar la elaboración matemática, acudimos a la representación gráfica que nos indicase rápidamente el tipo de correlación que debíamos calcular como más aproximado. No hemos estudiado más que la relación de la sardina con las otras especies, ya que este estudio permite en cierto modo saber si existe correlación entre las restantes.

CUADRO I

Estadística de pesca anual

AÑOS	Sardina — <i>Miles de toneladas</i>	Espadín — <i>Cientos de toneladas</i>	Jurel — <i>Cientos de toneladas</i>	Anchoa — <i>Cientos de toneladas</i>
1907	12,4	1,6	—	—
1908	18,8	0,4	—	—
1909	11,3	4,2	—	—
1910	7,4	8,4	—	—
1911	6,7	12,1	—	—
1912	6,7	14,1	—	—
1913	15,7	9,6	—	—
1914	10,2	10,7	—	—
1922	15,4	15,4	14,9	0,9
1923	10,0	45,2	38,0	11,8
1924	0,3	58,4	64,1	19,1
1925	2,0	26,3	98,3	1,2
1926	10,8	39,9	36,1	6,8
1927	13,9	22,3	38,0	18,0
1928	17,2	30,4	34,1	11,3
1929	10,3	32,6	15,2	11,7
1930	11,7	16,8	15,1	12,8
1931	24,0	10,7	8,8	16,7
1932	23,8	19,3	13,9	4,0
1933	25,2	16,0	22,2	8,8
1934	29,6	8,5	13,7	12,0
1935	39,5	7,2	14,9	16,7
1936	29,1	4,3	9,9	2,7
1937	42,1	1,5	25,8	0,5
1938	38,0	0,02	34,0	0,8
1939	19,5	0,04	62,4	3,1
1940	28,0	0	21,4	0,7
1941	6,4	0,03	99,5	3,9
1942	4,1	0	56,1	15,7
1943	11,3	0	71,3	34,2
1944	24,6	0	58,3	25,9
1945	22,2	0	78,9	4,5
1946	4,0	0	93,7	2,8
1947	9,4	0	95,4	3,1
1948	1,0	0	158,3	14,4

REPRESENTACION GRAFICA

Construimos primeramente en papel milimétrico las gráficas de las figuras 1, 2 y 3, colocando en la ordenada las cantidades de sar-

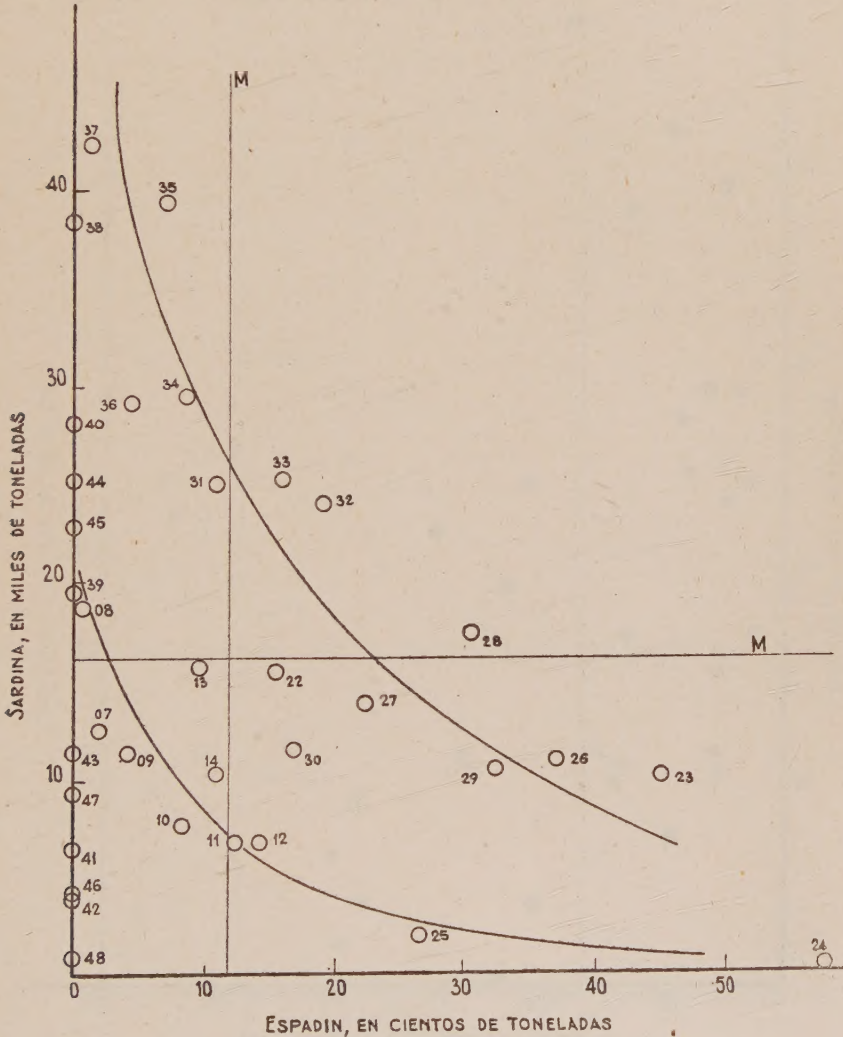


Fig. 1.

dina, y en la abscisa la cantidad correspondiente al mismo año de espadín, jurel y anchoa, respectivamente. La observación de ellas demuestra no existir correlación lineal entre las variables.

Por la disposición de los puntos en las dos primeras, parece existir una correlación no muy marcada de otro tipo entre estas especies,

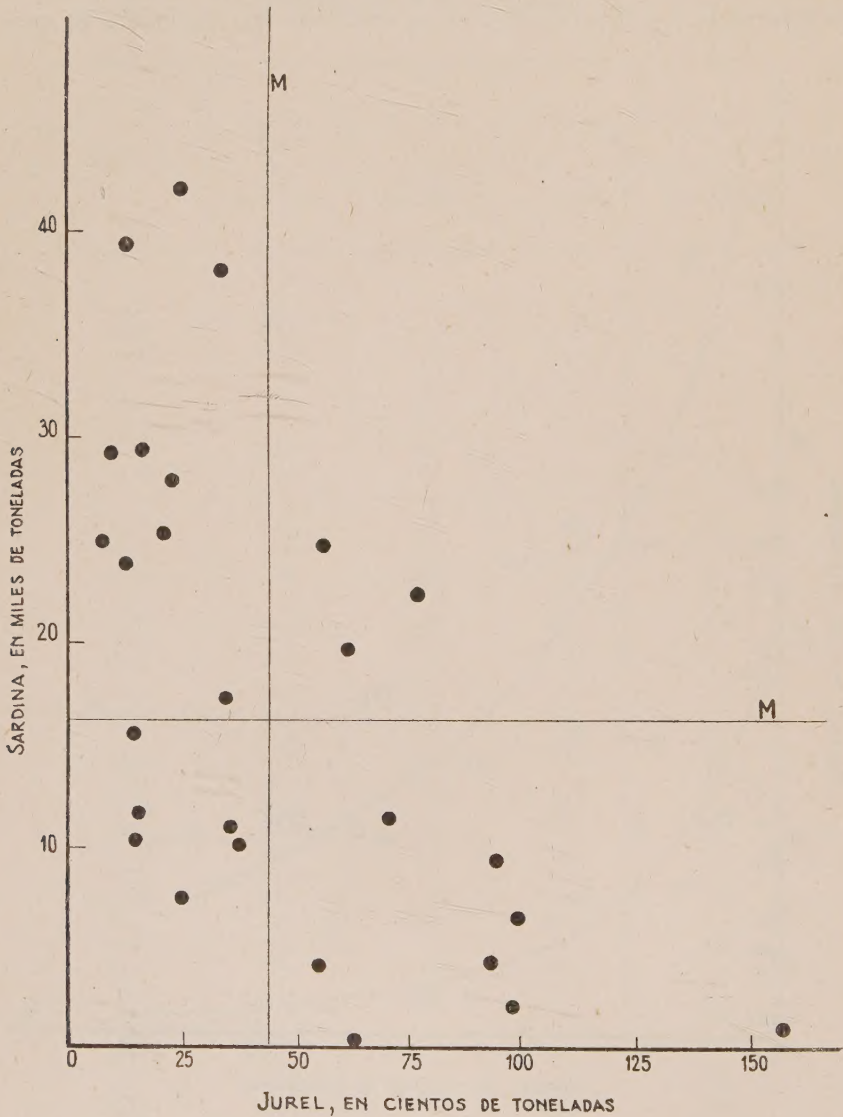


Fig 2.

negativa. Es decir, que a mayor cantidad de sardina, menor de las otras especies, y viceversa. Entre sardina y anchoa no se manifiesta

correlación alguna apreciable. A pesar de ello, continuamos su estudio como el de las otras especies para confirmar esta apreciación.

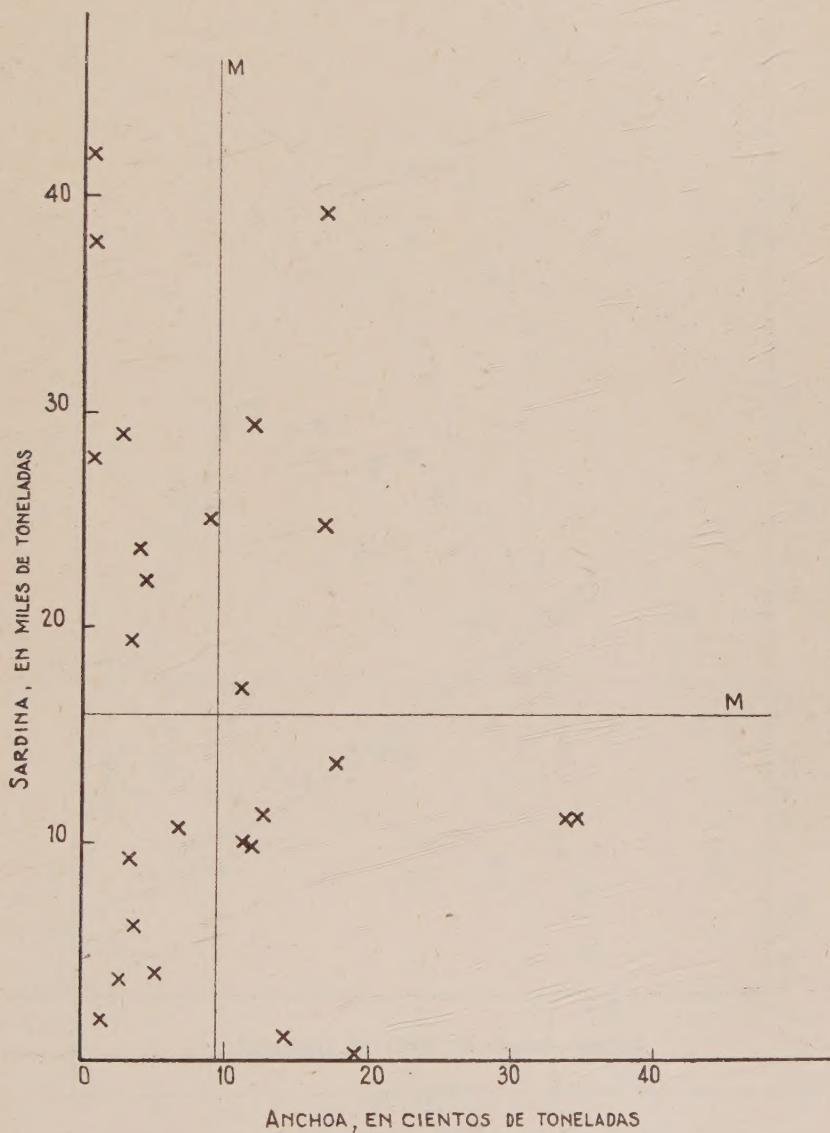


Fig. 3.

Dada la disposición de los puntos en las gráficas sardina-espadín y sardina-jurel, era posible una correlación parabólica, o mejor hi-

perbólica, de ellas. Para ver si era esto cierto, construimos las tres gráficas en papel logarítmico de estas variables. En ninguna de ellas

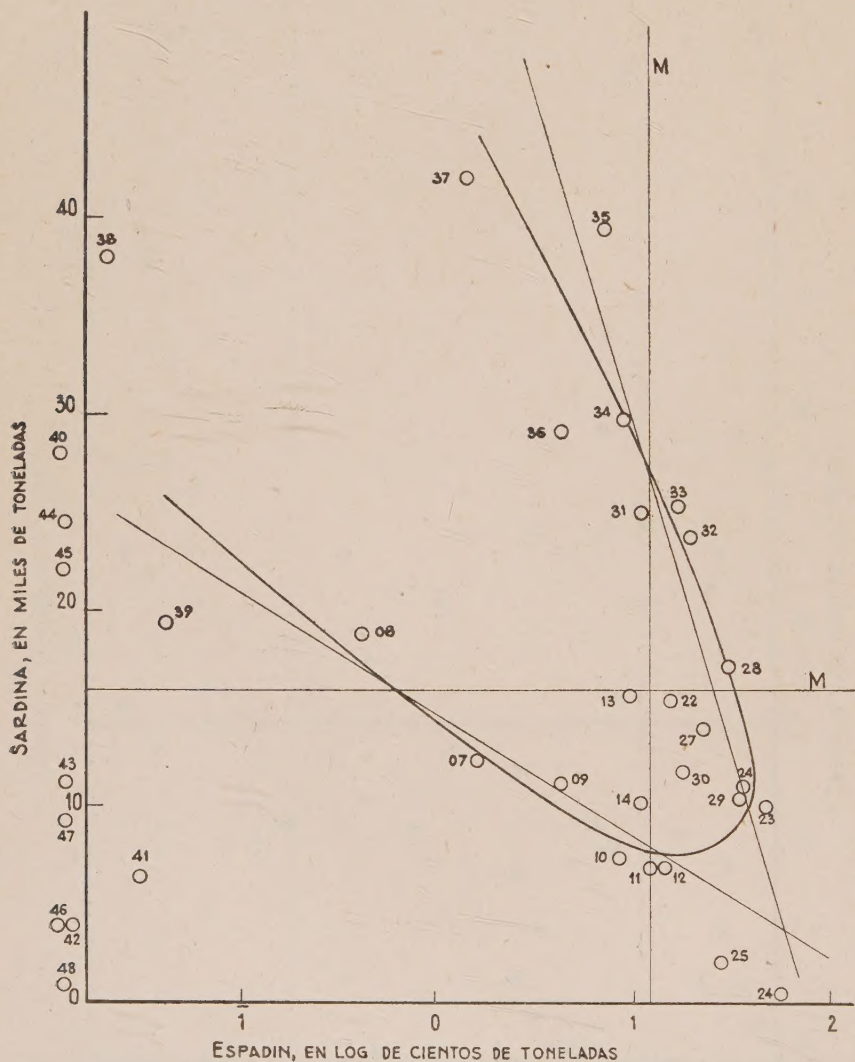


Fig. 4.

se apreciaba una rectificación en la disposición de los puntos que confirmase aquella suposición.

En vista de ello construimos las mismas gráficas en papel semi-logarítmico para investigar una posible correlación exponencial de

las variables. En la de sardina-espadín, representada en la figura 4, los puntos se disponen sensiblemente según dos rectas que se cor-

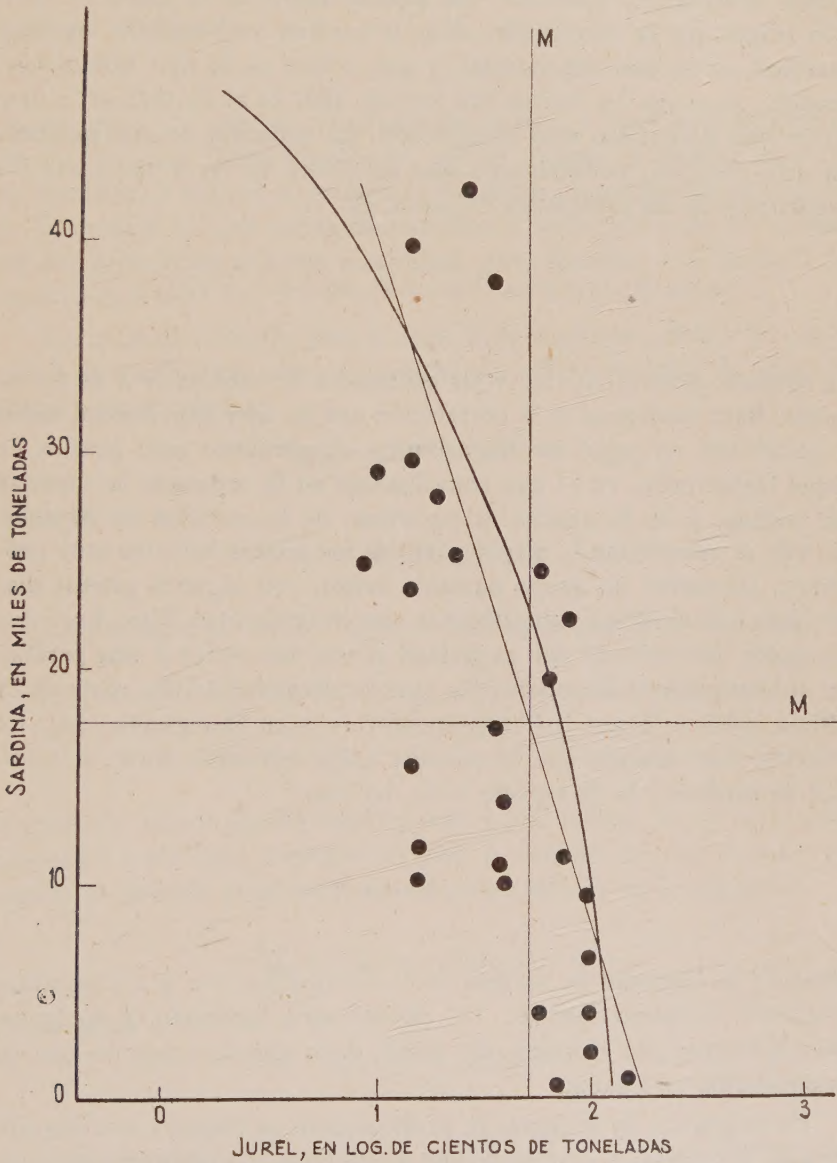


Fig. 5.

tan o quizá mejor según una parábola inclinada. En los primeros años considerados los puntos se disponen alrededor de la recta o rama de

parábola inferior, mientras que los últimos lo hacen alrededor de la superior, salvo a partir del año 1938, en el que el espadín prácticamente desaparece, quedando los puntos fuera de la gráfica. Todo ello revela que la correlación entre la sardina y el espadín, no muy marcada, es de tipo exponencial, y que, o bien es de tipo exponencial sencillo, pero que ha variado del período 1907-14 al de 1922-48, o bien es de tipo parabólico muy complicado. La ecuación de una parábola en esta posición, considerando que en el eje de las x tomamos los logaritmos de las cantidades de pesca, es

$$a(\log x)^2 + by^2 + cy \cdot \log x + d \cdot \log x + e \cdot y + f = 0$$

de fórmula general, siendo y las cantidades de sardina, y x la de espadín. Para averiguar si la correlación era de tipo exponencial lineal o parabólica en papel semilogarítmico, construimos otra gráfica en papel logarítmico, en el que colocábamos en la ordenada la cantidad de sardina, y en la abscisa el logaritmo de la cantidad de espadín. En ella se encuentran la mayor parte de los puntos hallados muy próximos, formando un grupo bastante denso, con algunos puntos distanciados de aquéllos y distribuidos con irregularidad. Esto hace que no quede determinado con seguridad si son dos rectas o una parábola, si bien parecen disponerse los puntos alrededor de una recta en la última gráfica, lo que indicaría encontrarnos en el segundo caso. La relación más sencilla que podríamos hallar entonces entre la cantidad de sardina y la de espadín sería del tipo

$$\log y = a \cdot \log(\log x) + c$$

siendo y la cantidad de sardina, x la de espadín, y a y c constantes que sería necesario calcular. Tal cálculo sería laborioso, y no lo hemos efectuado por considerarlo inútil, dado que actualmente casi ha desaparecido el espadín.

En la gráfica de la figura 5, sardina-jurel, se observa una disposición de los puntos que se aproxima a una recta o a una rama de parábola. Como el jurel se pesca en abundancia, creemos interesante calcular las ecuaciones de la recta y parábola más aproximadas. Para ello hemos utilizado el método de los mínimos cuadrados de Gauss,

estableciendo para la recta las dos series de ecuaciones

$$\begin{array}{ll} \log y_1 = \log b + \log a \cdot x_1 & x_1 \cdot \log y_1 = \log b \cdot x_1 + \log a \cdot x_1^2 \\ \log y_2 = \log b + \log a \cdot x_2 & x_2 \cdot \log y_2 = \log b \cdot x_2 + \log a \cdot x_2^2 \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{array}$$

en las que y y x son las cantidades de sardina y jurel, respectivamente, de cada año. Para simplificar, hemos tomado la sardina en miles de toneladas y el jurel en cientos de toneladas. Sumadas después término a término las dos series de ecuaciones, se ha obtenido un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, que, resuelto, nos ha dado los valores de b y a .

La ecuación obtenida para la recta es la siguiente, siendo Y = cantidad de sardina en miles de toneladas, y X = cantidad de jurel en cientos de toneladas:

$$\log Y = 2,2466 + 1,9680 \cdot X \quad [1]$$

equivalente a

$$Y = 176,45 \cdot 0,9290^X \quad [2]$$

La parábola se obtuvo a partir de las series de ecuaciones

$$\begin{array}{ll} \log y_1 = \log b + \log a \cdot x_1^2 & \log y_1 \cdot x_1 = \log b \cdot x_1 + \log a \cdot x_1^3 \\ \log y_2 = \log b + \log a \cdot x_2^2 & \log y_2 \cdot x_2 = \log b \cdot x_2 + \log a \cdot x_2^3 \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{array}$$

en las que fueron igualmente colocados los valores x e y correspondientes a cada año, sumadas término a término las dos series y resuelto el sistema resultante. La ecuación hallada es la siguiente:

$$\log Y = 2,0686 + 1,999146 \cdot X^2 \quad [3]$$

equivalente a

$$Y = 117,11 \cdot 0,99803^{X^2} \quad [4]$$

Posteriormente calculamos la correlación entre los valores reales y los calculados por las fórmulas [1, 2] y [3, 4] para ver cuál se aproxima más a la realidad y ver además si se pueden considerar suficientemente representativas de los fenómenos observados. Para tal pro-

pósito hemos averiguado primero el «Error típico» S_y por la fórmula

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_1)^2}{n}}$$

en la que Y son los valores reales de la pesca del jurel, e Y_1 los calculados. Y después la «Razón de correlación» R_y con la siguiente:

$$R_y = \sqrt{1 - \frac{S_y^2}{\sigma_y^2}}$$

Los valores hallados para las ecuaciones [1, 2] son:

$$S_y = 39,1 \quad \sigma_y = 36,5 \quad R_y = \sqrt{-0,14}$$

Lo cual indica que es más próximo a la realidad el tomar el valor medio de la pesca en los veintisiete años considerados, que el calcularlo mediante la sardina pescada por las fórmulas [1, 2]. La ecuación no es, pues, representativa de los hechos, reflejando únicamente la tendencia a aumento o disminución de la pesca del jurel, sin poder predecir dicha cantidad con aproximación suficiente.

Los valores hallados para las ecuaciones [3, 4] son los siguientes:

$$S_y = 36,9 \quad R_y = \sqrt{-0,021}$$

Lo que indica también que, aun aproximándose más a la realidad que las ecuaciones [1, 2], tal aproximación es menor todavía que la de tomar la media como pesca más aproximada a la realidad. Tampoco es, pues, de utilidad.

En la gráfica de la figura 5 dibujamos la recta y rama parabólica correspondientes a estas ecuaciones, para compararlas con los datos reales.

En vista de los resultados obtenidos en las anteriores relaciones, renunciamos al estudio de la de sardina-anchoa, por ser evidente que en ella nos muestran las gráficas menor correlación todavía.

METODO DE LAS COINCIDENCIAS DE LOS MAXIMOS Y LOS MINIMOS

El anterior estudio nos demuestra que no se puede hallar una correlación estadística sencilla entre la pesca de estas especies, probablemente porque intervienen en ella factores que la complican y que en parte sospechamos, salvo quizá en el caso sardina-espadín. Por ello nos decidimos a completar este estudio haciendo un análisis total de los años considerados por el método de los máximos y los mínimos

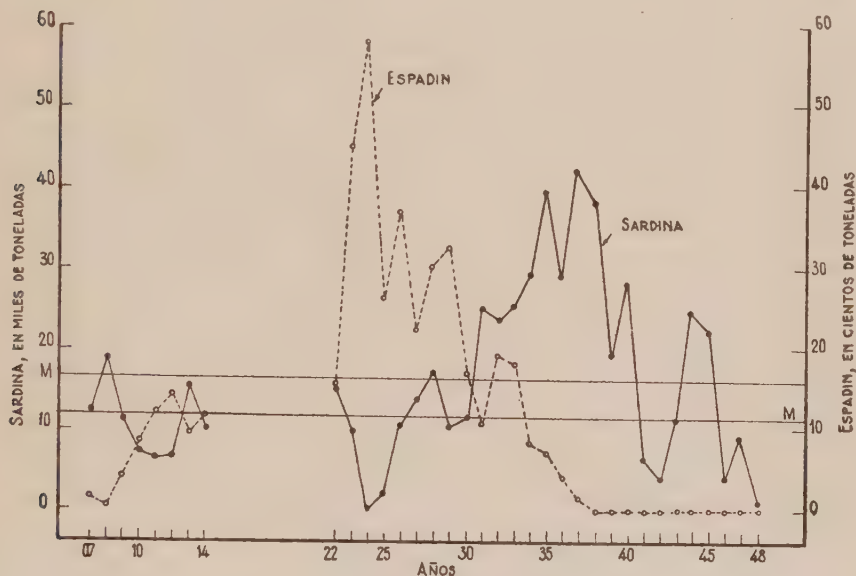


Fig. 6.

mos, utilizado por F. de Buen y J. M. Navaz en sus trabajos sobre el mismo tema (1, 2, 3, 6). Completamos dicho método haciendo constar también las tendencias paralelas o contrarias al crecimiento o decrecimiento de las especies consideradas, y dando además valores numéricos a tales coincidencias para darnos una idea lo más objetiva posible de las relaciones que ligan las especies.

Con los datos de la pesca confeccionamos previamente las gráficas de las figuras 6, 7 y 8 para darnos una idea de la marcha general de la pesca, sin reducir sus cantidades a tanto por ciento del total de la capturada en dichos años, como hicieron De Buen y Navaz, por ser más complicado, menos expresivo de la realidad y, además,

superfluo, pudiéndose así continuar la gráfica sin necesidad de nuevos cálculos en lo sucesivo.

Con tales datos hacemos el cuadro 2, en el que la notación utili-

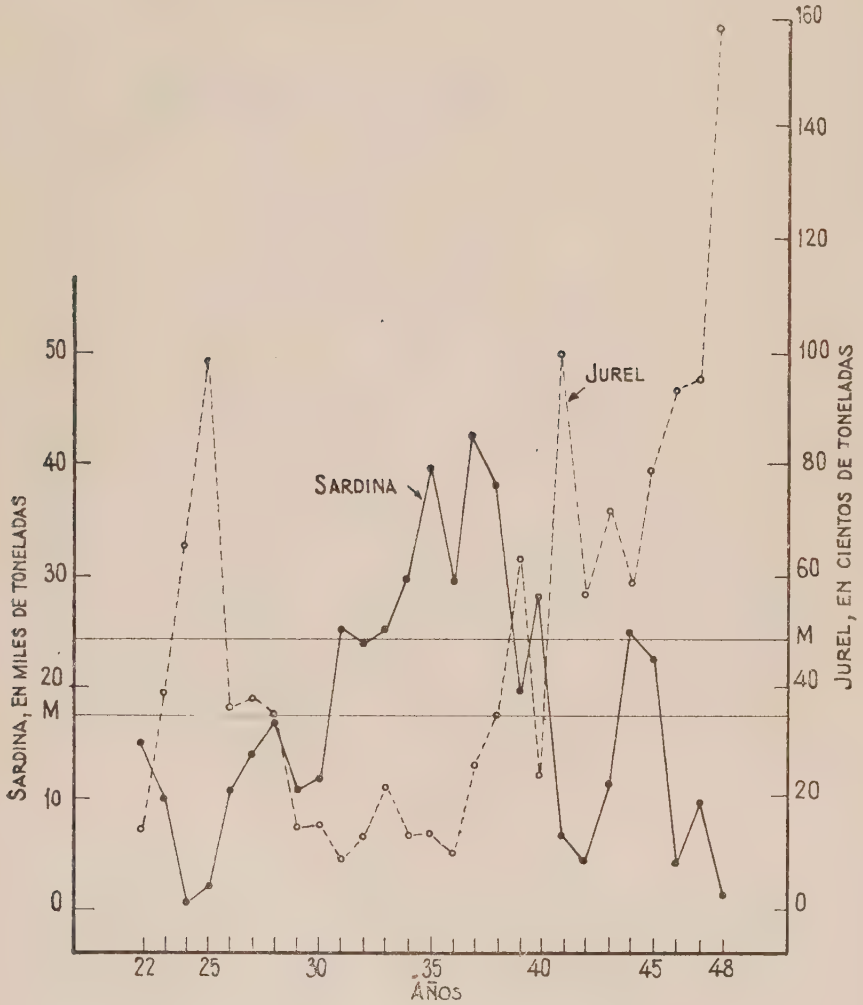


Fig. 7.

zada ha sido la siguiente: los máximos están indicados con + y los mínimos por —. La tendencia al crecimiento de la pesca, por C, y al decrecimiento, por D. Finalmente, la tendencia al estacionamiento desde el año anterior, por E.

CUADRO 2
Correlación de las pescas
(Explicación en el texto)

AÑOS	Sardina.....	Espadín.....	Jurel.....	Anchoa.....	Sardina-Espadín	Sardina-Jurel	Sardina-Anchoa
1907							
1908	+	—			— 2		
1909	D	C			— 2 ₁		
1910	D	C			— 2 ₁		
1911	—	C			— 1		
1912	—	+			— 2		
1913	+	—			— 2		
1914	D	C			— 2 ₁		
1922							
1923	C	D	C	C	— 2 ₁	+ 2 ₁	+ 2 ₁
1924	—	+	C	+	— 2	— 1	— 2
1925	C	—	+	—	— 1	+ 1	— 1
1926	C	+	—	C	+ 1	— 1	+ 2 ₁
1927	C	—	+	+	— 1	+ 1	+ 1
1928	+	C	D	—	+ 1	— 1	— 2
1929	+	+	D	C	— 2	+ 1	— 1
1930	C	D	E	C	— 2 ₁	0	+ 2 ₁
1931	+	—	—	+	— 2	— 2	+ 2
1932	—	+	C	—	— 2	— 1	+ 2
1933	C	D	+	C	— 2 ₁	+ 1	+ 2 ₁
1934	C	D	D	C	— 2 ₁	— 2 ₁	+ 2 ₁
1935	+	D	E	+	— 1	0	+ 2
1936	+	D	—	D	+ 1	+ 2	— 1
1937	+	D	C	—	— 1	+ 1	— 2
1938	D	—	C	C	— 1	— 2 ₁	— 2 ₁
1939	—	E	+	+	0	— 2	— 2
1940	+	E	—	—	0	— 2	— 2
1941	D	E	+	C	0	— 1	— 2 ₁
1942	—	E	—	C	0	+ 2	— 1
1943	C	E	+	+	0	+ 1	+ 1
1944	+	E	—	D	0	— 2	— 1
1945	D	E	C	D	0	— 2 ₁	+ 2 ₁
1946	—	E	C	—	0	— 1	+ 2
1947	+	E	C	C	0	+ 1	+ 1
1948	—	E	+	+	0	— 2	— 2

Para poder comparar unos resultados con otros, valoramos arbitrariamente como + 2 la coincidencia de máximos o mínimos en ambas especies consideradas, o de tendencias a crecimiento o decrecimiento comunes; en este último caso ponemos un subíndice para señalar la diferencia. La coincidencia de máximo y mínimo, crecimiento y decrecimiento o viceversa, como — 2. La coincidencia de máximo y mínimo con crecimiento y decrecimiento, respectivamente,

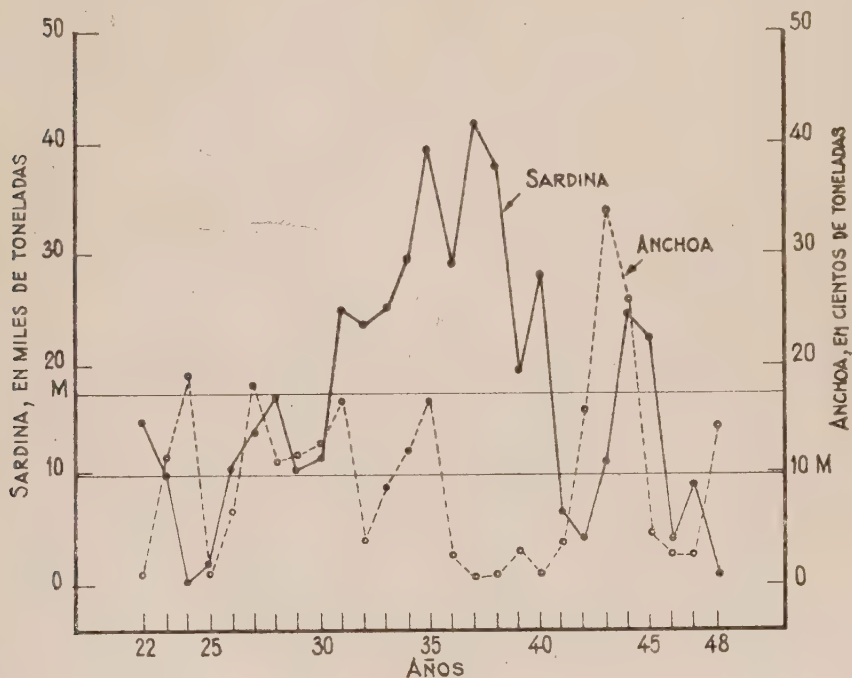


Fig. 8.

te, como +1, y la viceversa, como — 1, y el estacionamiento con cualquiera de los otros casos como 0.

Finalmente hallamos la suma de los números positivos y los negativos separadamente, y los reducimos a tanto por ciento del total de la suma de todos ellos, considerados como positivos. Los resultados nos dan una idea suficiente de las relaciones entre las especies consideradas.

En los casos estudiados, los resultados han sido los siguientes: Sardina-espadín, — 34, + 3, equivalente a un 92,2 por 100 de negativos y 7,8 por 100 de positivos. Existe, pues, una franca y patente

oposición entre estas dos especies, como era de esperar dada la correlación hallada en las gráficas, prescindiendo de los años 1939-48, en los que el espadín prácticamente desapareció.

En sardina-jurel se obtienen — 22 y + 13, equivalentes al 62,9 y 37,1 por 100, respectivamente. La oposición no es muy marcada, aunque existe. También las gráficas la reflejan.

Finalmente, en sardina-anchoa se obtiene — 21 y + 23, equivalentes a 47,7 y 52,3 por 100, respectivamente. La indiferencia entre las dos especies la hemos de considerar, por lo tanto, como total.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Sardina-espadín.—La correlación negativa y oposición entre estas dos pescas parece evidente, tanto por el primer procedimiento como por el segundo. Si Navaz ha creído encontrar que tal oposición no aparecía clara en el período por él estudiado, incluso hablando de coincidencias, se debe indudablemente a la desaparición práctica de dicha especie en estas aguas durante aquel tiempo. La correlación hallada no es lineal, sino exponencial. Puede ser interpretada tal correlación no como única, sino como un cambio en la correlación acaecido durante la época estudiada. En la gráfica de la figura 1 colocamos las curvas que pudieran representar tales correlaciones.

Tal hecho trae como consecuencia una distribución aparentemente muy irregular de los puntos obtenidos en aquella gráfica. Quizá pudiera ser interpretado este cambio de correlación como el resultado del distinto número de barcos y métodos empleados en la pesca en ambas épocas.

Lo que sí es evidente para nosotros es que tal oposición no es debida precisamente a emigraciones de los bancos. Estamos convencidos de que tanto la sardina como el espadín no son peces que realicen emigraciones largas que pudieran explicar tal oposición, como admite De Buen, sino que tales emigraciones son muy restringidas. No vamos a entrar, sin embargo, en la exposición de las bases que nos sirven para fundamentar esta opinión.

La explicación de tal oposición es otra para nosotros, confirmada, a nuestro parecer, por la desaparición del espadín. En efecto, en los últimos años, cuando en raras ocasiones aparece espadín, lo hace mezclado con las sardinass, formando bancos mixtos, como ha observado M. Oliver (7). Esto indica que puede vivir en idénticas aguas y

condiciones que aquélla. No hay que buscar condiciones ambientales o supuestas transgresiones de aguas que permitan la vida de unos, y de otros no. A nuestro juicio, la explicación de tales hechos hay que buscarla en equilibrios biológicos y condiciones ambientales conjuntamente.

Como especies que conviven y habitan las mismas aguas, alimentándose del mismo plancton, si las condiciones del medio no varían, una de ellas terminaría por desaparecer, como hacen ver V. Volterra y D'Ancona (8, 9 y 10), y A. Lotka (4), por ejemplo; la que estuviera en desventaja. Pero si tales condiciones variaran, fluctuando entre favorables a la una o a la otra, las especies fluctuarían también inversamente. Tal parece el caso sardina-espadín. Con la particularidad de que el ambiente extremadamente favorable para la sardina que indudablemente existió en los años 29 a 38, hizo que paralelamente el espadín disminuyese hasta su práctica desaparición en el 38. Por lo que, aunque las condiciones hayan vuelto a serle favorables, no ha podido recuperarse por falta de individuos suficientes.

Sardina-jurel.—La oposición entre estas especies no parece tan evidente. Sin embargo, se aprecia una cierta correlación negativa, no expresable matemáticamente de modo sencillo. Tal cosa puede ser debida a que en su cálculo no hemos tenido en cuenta el transcurso del tiempo y la variación de las condiciones económicas, por resultar entonces excesivamente complicado, factores que indudablemente han influido en la pesca. En el caso del jurel, de poco valor y no tan apreciado como la sardina, su pesca se ha ido intensificando conforme las demandas del mercado lo requerían, y así, se aprecia una marcha general ascendente en ella con alguna alternativa. En las épocas de grandes crisis sardineras, se observa también un aumento en la pesca del jurel; de aquí su correlación negativa poco marcada.

Pero tal aumento en la pesca puede interpretarse de dos modos distintos: como un aumento en el número de individuos, sea por inmigración o porque las condiciones son favorables al desarrollo de la especie, o como un resultado de la elección de la pesca por los barcos dedicados a la pesca de estas especies.

Para nosotros, las dos modalidades de aumento influyen, pero quizá en el caso del jurel tenga mucha importancia la segunda. El jurel habita, en efecto, en nuestras costas con bastante estabilidad, puesto que en ellas se pescan individuos de todas las edades y a lo largo de todo el año. No cohabita con la sardina ni su alimentación es idénti-

ca, sobre todo en estado adulto, como ha observado, por ejemplo, F. Lozano (5), por lo que no se puede hablar de concurrencia de las dos especies ni tampoco de relaciones de especie devoradora a devorada. No vive, sin embargo, en aguas muy distintas a ella, lo que indica que las condiciones de su *habitat* no deben diferir mucho. Por otra parte, la oposición sólo se marca con claridad en las crisis sardineras y no en el resto de los años estudiados.

Todo ello nos inclina a creer que en la abundancia de la pesca del jurel influye como factor decisivo el hombre, pues en los años de crisis sardineras, los pescadores que se dedicaban a la pesca de esta especie buscan compensar su ausencia con la pesca del jurel. El resultado es el aumento en la pesca de esta última especie, por aumento paralelo de los barcos dedicados a su captura. Mientras que en años de sardina, el número de pesqueros que persiguen al jurel es menor, y la pesca de esta especie disminuye en consecuencia. He aquí la causa probable de su oposición.

El único procedimiento de confirmar esta suposición o la otra sería investigar en los años estudiados cuál ha sido el «rendimiento-hora» de pesca en artes iguales en cada uno, único medio de saber las variaciones numéricas de sardina y jurel, así como el número y características de los artes empleados en su pesca. Carecemos de datos para ello.

Sardina-anchoa.—Como hemos indicado, existe una total falta de correlación entre la pesca de estas dos especies, así como de oposición o coincidencia entre sus máximos y sus mínimos. Siendo animales de régimen alimenticio semejante, cabía esperar una posible relación entre ellos. Si ella no existe, es evidente que estas especies no concurren, sino que forman bancos independientes.

DISCUSION DE LAS LEYES DE ALTERNANCIA DE PESCA ENUNCIADAS POR F. DE BUEN

Primera conclusión.—Es evidente que la cantidad de pesca de una especie experimenta alternativas frecuentes, por lo que hemos de aceptar este hecho. Tal «alternancia» resulta de la conjunción de circunstancias favorables y desfavorables para la pesca de una especie; y es evidente que tales circunstancias son variables con el tiempo, por lo que también variará la pesca.

Si tal presunción es cierta, las cantidades de pesca anuales de cada

especie, agrupadas en lotes de tonelaje semejante, nos dibujarán una curva de distribución de Gauss. Construídas las gráficas correspondientes (fig. 9), vemos que tal presunción era cierta, si bien no es la curva de Gauss simétrica o campaniforme, sino asimétrica o «logarítmico normal». A tal curva se llega por un método análogo al de Gauss, si se supone que en vez de condiciones que operan por simple adición (como en la teoría de errores), cada causa da un impulso cuyo efecto depende de la magnitud de dicho impulso y del tama-

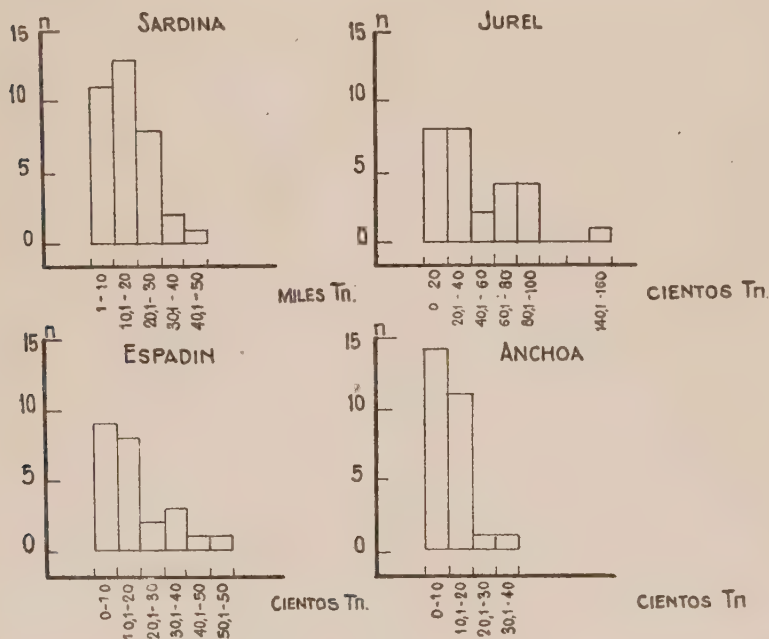


Fig. 9.

ño del objeto afectado en el instante en que se considera dicho impulso. Tal curva es frecuente en Biología.

En el caso estudiado, más que la magnitud de la condición u objeto considerado, debe influir quizá en que sea asimétrica el que un impulso desfavorable puede influir sobre el número de individuos inmediatamente, haciéndolo disminuir, mientras que toda variación favorable sólo puede influir lentamente sobre él disminuyendo la mortalidad y aumentando la natalidad; es decir, requiere tiempo para que se manifieste, y en dicho tiempo es fácil que vuelva a hacerse perjudicial nuevamente.

Ley de la sustitución alternativa.—Es evidente también que los máximos y mínimos de la pesca de las distintas especies no suelen coincidir en el tiempo. En particular, se manifiesta una oposición clara entre sardina y espadín, menos clara en sardina y jurel. Pero tal hecho no nos autoriza a asegurar que tal cosa es debida a una sustitución sucesiva por emigración de estas especies.

En efecto, casos hay en los que coinciden los máximos de dos especies, y además, la sucesión de ellas no es regular. Suponiendo el número de individuos de cada especie independiente del de las restantes e influenciado únicamente por la suma de condiciones favorables y desfavorables del medio, variando al azar, el cálculo de probabilidades nos dice que la coincidencia de dos máximos o mínimos muy acusados de dos especies es muy poco probable. Sólo sería probable si tales especies se encontraran en dependencia mutua o dependieran estrechamente de una tercera.

Por ello no llamaríamos ley a la enunciación de tal fenómeno, sino que en todo caso haríamos constar que hay una tendencia al aumento de sardina cuando disminuyen las cantidades de espadín y jurel, y que los máximos y mínimos de sardina y anchoa coinciden a no indiferentemente. Tal cosa se puede explicar, como hemos hecho anteriormente, por equilibrios biológicos y variación de las condiciones ambientales, así como por el azar, sin tener que recurrir a una emigración sucesiva de las especies.

Ley de la compensación ictiológica.—Tampoco es una ley propiamente hablando, sino más bien un resultado estadístico.

Si tiramos, por ejemplo, un dado solo al aire, la probabilidad de obtener un uno es de un sexto de las tiradas. Pero si tiramos cuatro, la probabilidad de que la media de los cuatro sea uno, es decir, que salgan cuatro unos, es de $\frac{1}{1296}$. Quiere esto decir que en cuatro números, variando independientemente al azar, el mínimo de los cuatro se alcanzará difícilísimamente, al contrario del mínimo de uno solo de ellos. Por lo tanto, la media de los cuatro números variará menos que uno de ellos.

Esto mismo ocurre en los peces, y la compensación ictiológica se dará siempre que consideremos la media de varias especies en lugar de una sola, sean cual sean éstas, salvo el caso rarísimo de que presenten una correlación estrecha y elevada.

Unicamente cabe hablar de una compensación en especies en oposición, como en el caso de la sardina y el espadín.

Por todo ello creemos que, sin quitar valor a los fenómenos observados por F. de Buen, las dos leyes enunciadas deben perder la categoría de tales y ser consideradas como unas simples consecuencias estadísticas. Por otra parte, no se deben confundir en un mismo enunciado fenómenos que obedecen a causas diversas, en este caso consecuencias del azar y fenómenos de correlación entre especies.

Por ello opinamos que en un estudio a fondo de las variaciones numéricas de las distintas especies, se debe buscar el hallar si las unen correlaciones de algún tipo o si varían independientemente. Y en el primer caso tratar de hallar la causa o causas originarias de dichas correlaciones. Que, una vez encontrada, teóricamente, con el auxilio de la matemática y de la lógica, ya podremos deducir todas o la mayor parte de sus consecuencias, que podremos comprobar después. El no hacer esto es limitarse a un empirismo poco fecundo.

Vigo, 3 de noviembre de 1949.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. DE BUEN, F. 1927. Sustitución alternativa de las especies emigrantes. *Bol. de Pesca*, núm. 135, Madrid.
2. DE BUEN, F. 1929. La alternancia en la pesca de peces emigrantes. *Trab. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 1.
3. DE BUEN, F. 1932. Nuevos datos sobre la alternancia en la pesca de peces emigrantes. *An. Univ. Madrid (Ciencias)*, t. I, fasc. 2.º
4. LOTKA, A. J. 1932. The growth of mixed populations; two species competing for a common food supply. *Jour. Washington Acad. Sc.*, vol. XXII, pág. 1.
5. LOZANO, F. Observaciones inéditas sobre el jurel de Galicia.
6. NAVAZ, J. M. 1946. Nuevos datos sobre la sustitución alternativa en la pesca de peces emigrantes en el litoral de Galicia. *Not. y Res., Inst. Esp. Ocean.*, serie II, núm. 132.
7. OLIVER, M. Estudio sobre el espadín de la costa Noroeste de España. (En prensa.)
8. VOLTERRA, V. 1931. *Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie* (rédigées par M. Brélot), Paris.
9. VOLTERRA, V., y D'ANCONA, U. 1931. La concorrenza vitale tra le specie nel l'ambiente marino. *VII Congr. Int. Aquicult. Pêche*, pág. 1, Paris.
10. VOLTERRA, V., y D'ANCONA, U. 1935. *Les Associations Biologiques au point de vue Mathématique*. Paris.

- 16.—Juan Antonio SAMALEA: Exploración del «Banco del Xauen», accidente topográfico descubierto frente al Peñón de Vélez de la Gomera.
- 17.—Emma BARDÁN, F. de P. NAVARRO y O. RODRÍGUEZ: «Nuevos datos sobre la sardina del Mar de Alborán (Agosto de 1948 a marzo de 1949).
- 18.—Campañas del «XAUEN» en 1947 y 1948 en el Mar de Alborán y en el Estrecho de Gibraltar.—Registro de operaciones.
- 19.—Luis BELLÓN y Emma BARDÁN DE BELLÓN: «Algunos datos sobre los *Thunnidae* de Canarias».
- 20.—José AMENGUAL-FERRAGUT: «Ensayo de sistemática biocenótica aplicada al estudio de los yacimientos de moluscos, con un estudio inicial de los yacimientos de la ría de Noya».
- 21.—M.^a Luisa GONZÁLEZ SABARIEGOS: «Introducción al estudio de la transparencia del agua del mar».
- 22.—Buenaventura ANDREU: «Sobre la presencia de dos cercarias en el ovario de almeja (*Tapes aureus* Gmelin) de la bahía de Santander».
- 23.—Campañas del «Malaspina» en 1947 y 1948 en aguas del Sáhara, desde Cabo Juby a Punta Durnford.—Registro de operaciones.

NOTA: Pedidos y correspondencia al Sr. Secretario del Instituto Español de Oceanografía, Alcalá, 27. Madrid.

